

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-318300

(43)Date of publication of application : 31.10.2002

(51)Int.Cl.

G21K 5/04

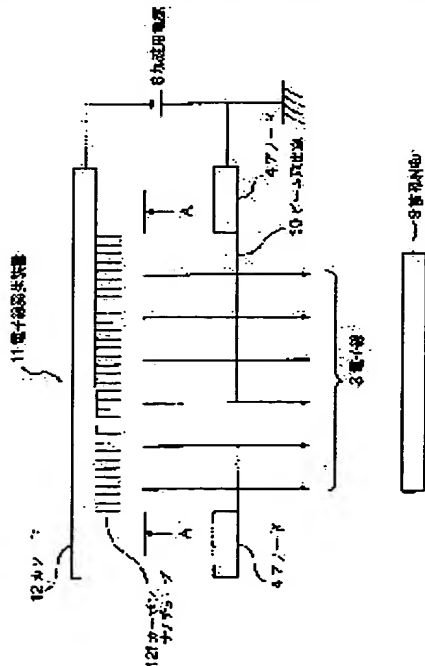
B01J 19/08

H01J 37/06

(21)Application number : 2001-123177 (71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 20.04.2001 (72)Inventor : ONO YUKIHIKO
URANO SUSUMU
AOKI TATSUFUMI

(54) ELECTRON BEAM GENERATOR



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron beam generator which is capable of obtaining a beam current without using a cathode power source for supplying current to a filament and improves the spatial uniformity of the beam current.

SOLUTION: The electron beam generator is provided with a long-size cathode for irradiating a large area electron beam, an anode provided to face the cathode and a power source for acceleration for accelerating thermion to the direction toward the anode. It is constituted to arrange a field emission material for generating thermoelectron

uniformly in the electron emission surface of the long-size cathode.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A cathode of long shape for performing electron beam irradiation of a large area.

An anode provided so that it might counter with said cathode.

A power supply for acceleration for accelerating a thermal electron in the direction which faces to said anode from said cathode.

Field emission material for being the electron beam generator provided with the above, and generating a thermal electron was uniformly allocated in an electron emission plane of said long shape cathode.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the new improvement for making unnecessary the improvement in the spatial uniformity of beam current, and the cathode power source for filament energization about an electron beam generator.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 6 is a sectional view showing the composition of the conventional electron beam generator roughly. Drawing 7 is a lineblock diagram showing roughly the composition of the electron beam generator by other conventional gestalten. The cathode 2 with which the conventional electron beam generator 1 emits a thermal electron in drawing 6, It comprises the vacuum housing 5 by which evacuation is carried out with the evacuation device which it is set as the anode 4 in which electropositive potential is relatively impressed to the cathode 2 in order to pull out the electron beam 3 from the cathode 2, and earth potentials, and an inside does not illustrate.

[0003] As shown in drawing 6, said cathode 2 is arranged inside the vacuum housing 5. The cathode power source 7 is connected to the cathode 2 via the insulator 6 by which penetration arrangement was carried out at the wall 5A of the vacuum housing 5, and the power supply 8 for acceleration is connected between the cathode 2 and the anode 4 via said insulator 6.

The anode 4 is made [vacuum housing / 5] with earth potentials.

[0004]If it is in the electron beam generator 1 of such composition, a thermal electron is emitted from the cathode 2 by carrying out energizing heating of the cathode 2 by the cathode power source 7. And according to the power supply 8 for acceleration connected between the cathode 2 and the anode 4 like previous statement, since an electric potential gradient arises among these two electrodes 2 and 4, a thermal electron electrified in negative pulls out and it becomes the electron beam 3 in the vacuum atmosphere in the vacuum housing 5 in response to power.

[0005]Thus, the electron beam 3 generated in a vacuum atmosphere is taken out in the atmosphere through the beam extraction window which is not illustrated, and it is irradiated with it by the irradiation object in the atmosphere which is not illustrated in order to perform hardening of the material by sterilization, sterilization, or electron beam exposure, etc. In the former, tungsten, 6 Howe-ized lantern material, a barium impregnating material, etc. are used as construction material of the cathode 2 which is an electron emission source.

[0006]When an irradiation object is larger than the irradiation surface product of the electron beam 3 to the irradiation object concerned, it is effective to enforce the following methods for electron beam irradiation. As shown in drawing 7, it makes long shape the cathode 2 which is an electron emission part of the electron beam generator 1A, and is parallel to the electron emission plane of the cathode 2, And it is the method of irradiating with the electron beam 3, making the irradiation object 9 scan in the direction (direction which pierces through space in drawing 7) which intersects perpendicularly with the longitudinal direction (longitudinal direction in drawing 7) of the cathode 2 of long shape. Under the present circumstances, it is necessary to carry out the longitudinal direction length of the cathode 2 of long shape to the length of the irradiation object 9 in the direction, and more than equivalent.

[0007]drawing 8 and drawing 9 are the lineblock diagrams showing roughly the cathode of long shape which is looked like [the conventional electron beam *****] and can be set. In drawing 8 and drawing 9, two or more filaments 2a are arranged at equal intervals, each of that end is pressed down with filament holder 2b, and interposing and fixing is carried out using the ingredient 2c so that the filament 2a may be connected in series. Each filament holder 2b is attached to the adapter plate 2e via the electric insulating plate 2d. The cathode 2 of the long shape which consists of this filament 2a, filament holder 2b, the presser-foot implement 2c, the electric insulating plate 2d, and the attachment version 2e is arranged so that the field containing each filament 2a may counter the anode 4.

[0008]A thermal electron is made to emit from the filament 2a in such a conventional

electron beam generator 1A by carrying out energizing heating of the filament 2a of the cathode 2 of long shape by the cathode power source 7. With the voltage impressed between the cathode 2 of long shape, and the anode 4, this thermal electron is accelerated in the direction of the anode 4. The electron beam 3 accelerated with said voltage is taken out in the atmosphere through the beam extraction window 10 (refer to drawing 7) set as the anode 4 and same electric potential, and it is irradiated with it by the irradiation object 9.

[0009]However, in the cathode 2 of the long shape which consists of composition shown in drawing 8 and drawing 9, the beam current of the electron beam 3 irradiated by the irradiation object 9 as shown in drawing 2 becomes uneven in the longitudinal direction (longitudinal direction in drawing 7, drawing 8, and drawing 9) in the cathode 2 of long shape. This is for decreasing at the place where the filament is not stretched by irradiation beam current becoming large in directly under [of the filament 2a].

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]Since the conventional device was constituted as mentioned above, the following technical problems existed. That is, when the spatial homogeneity of irradiation beam current was required from the irradiation object 9, there was no correspondence ***** at the conventional electron beam generator 1A. Since the cathode 2 of the shape of the straight side for performing electron irradiation of a large area consisted of two or more filaments 2a arranged at equal intervals as shown in drawing 8, it was difficult for it to acquire the spatial uniformity of the beam current of the electron beam 3 irradiated by the irradiation object 9 as shown in drawing 10. For this reason, the technical problem that the conventional electron beam generator could not respond to the use of electron beam irradiation for which uniform irradiation beam current is spatially needed to an irradiation object occurred.

[0011]As shown in drawing 11, stretch the filament 2a aslant, or, Or by stretching in the direction (longitudinal direction in drawing 7, drawing 8, and drawing 9) which intersects perpendicularly to a cathode longitudinal direction although not illustrated, The measure of losing the place where the filament 2a is not stretched to the running direction (direction which penetrates space in drawing 7, drawing 8, and drawing 9) of the irradiation object 9 was also performed.

[0012]When such a measure was performed, in the viewpoint of the spatial homogeneity of irradiation beam current, the improvement was found as compared with the electron beam generator shown in drawing 6 thru/or drawing 2, but. Since the cathode 2 of the shape of the conventional straight side was a thermoelectronic

emission method by filament heating, its cathode power source 7 for the energizing heating of the filament 2a is still indispensable to the electron emission from the cathode 2 of long shape, and it had become a factor from which this raises apparatus cost.

[0013]This invention was made in order to solve the above technical problems, and an object of this invention is to provide the electron beam generator which makes unnecessary especially the improvement in the spatial uniformity of beam current, and the cathode power source for filament energization.

[0014]

[Means for Solving the Problem]A cathode of long shape for an electron beam generator of this invention to perform electron beam irradiation of a large area, In an electron beam generator provided with a power supply for acceleration for accelerating a thermal electron in the direction which faces to said anode from an anode provided so that it might counter with said cathode, and said cathode, It is the composition which allocated uniformly field emission material for generating a thermal electron in an electron emission plane of said long shape cathode.

[0015]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the suitable embodiment of the electron beam generator by this invention is described in detail with a drawing. Identical codes are given to a portion conventionally the same as that of a device, or equivalent, and the explanation is omitted.

[0016]Embodiment 1. drawing 1 is a lineblock diagram showing roughly the electron beam generator concerning the embodiment of the invention 1. Drawing 2 is AA view figure of the electron beam generator concerning the embodiment of the invention 1, and a sectional view showing the BB section. The electron beam generator 11 concerning the embodiment of the invention 1 comprises the long shape cathode 12, the anode 4, the beam extraction window 10, and the power supply 8 for acceleration.

[0017]As shown in drawing 2, the long shape cathode 12, It comprises the carbon nanotube 12f, the substrate 12g, and 12h of substrate holders, and said carbon nanotube 12f is arranged so that the longitudinal direction may become vertical to the surface which is the substrate 12g (the carbon nanotube 12f stands straight like).

[0018]In such an electron beam generator 11, if voltage is impressed between the anode 4 and the long shape cathode 12 according to the power supply 8 for acceleration, a high electric field will concentrate at the tip of the carbon nanotube 12f, and an electron will be pulled out from the tip which is the carbon nanotube 12f. The pulled-out electron is accelerated in the direction of the anode 4 with the voltage

impressed between the long shape cathode 12 and the anode 4 by the power supply 8 for acceleration.

[0019]The accelerated electron serves as the electron beam 3, passes along the beam extraction window 10 set as the anode 4 and same electric potential, and it is irradiated with it by the irradiation object 9. Since the carbon nanotube 12f which is electron emission material is arranged uniformly at the electron emission portion of the long shape cathode 12, it can irradiate the irradiation object 9 with the electron beam 3 which has uniform beam current spatially.

[0020]As shown in drawing 2, according to the electron beam generator 11 concerning the embodiment of the invention 1, uniform electron beam current can be spatially acquired by arranging field emission material (for example, carbon nanotube) all over the electron emission plane of the straight side-like cathode 12. Since said straight side-like cathode 12 is a field emission method, the cathode power source 7 for filament heating which was required for the electronic generator of an old thermoelectronic emission method is unnecessary for it, and it can lower apparatus cost.

[0021]Embodiment 2. drawing 3 is a lineblock diagram showing roughly the electron beam generator concerning the embodiment of the invention 2. The electron beam generator 21 concerning the embodiment of the invention 2 comprises the long shape cathode 12, the grid 13, the anode 4, the beam extraction window 10, the power supply 8 for acceleration, and the power supply 13A for grids. The long shape cathode 12 is constituted like the case of Embodiment 1.

[0022]In the electron beam generator concerning such an embodiment of the invention 2, if voltage is applied between the grid 13 and the long shape cathode 12 according to the power supply 13A for grids, a high electric field will concentrate at the tip of the carbon nanotube 12f, and an electron will be pulled out from the tip which is the carbon nanotube 12f.

[0023]The pulled-out electron is accelerated in the direction of the anode 4 with the voltage impressed between the long shape cathode 12 and the anode 4 by the power supply 8 for acceleration. The accelerated electron serves as the electron beam 3, passes along the beam extraction window 10 set as an anode and same electric potential, and it is irradiated with it by the irradiation object 9.

[0024]Thus, in the electron beam generator 21 concerning the embodiment of the invention 2. By installing the grid 13, can acquire uniform electron beam current spatially, and. Since it is not necessary to use the cathode power source for filament heating, the beam current of the electron beam 3 is controllable by it not only being

able to lowering apparatus cost, but adjusting further the field intensity produced at the tip of the carbon nanotube 12f.

[0025]Embodiment 3. drawing 4 is a lineblock diagram showing roughly the electron beam generator concerning the embodiment of the invention 3. The electron beam generator 31 concerning the embodiment of the invention 3 comprises the long shape cathode 12, the grid 13, the anode 4, the beam extraction window 10, the power supply 8 for acceleration, and the power supply 13A for grids. The long shape cathode 12 is constituted by installing two or more substrates 12g in 12 h of substrate holders, and it is arranged at each of the substrate 12g so that the carbon nanotube 12f may become vertical to the substrate 12g in the longitudinal direction. When it is difficult for one substrate which has an area comparable as the straight side-like cathode 12 to arrange a carbon nanotube, the long shape cathode 12 can be constituted by putting two or more substrates in order in this way.

[0026]In the electron beam generator 31 of such composition, if voltage is impressed between the grid 13 and the long shape cathode 12 according to the power supply 13A for grids, a high electric field will concentrate at the tip of the carbon nanotube 12f, and an electron will be pulled out from the tip which is the carbon nanotube 12f.

[0027]The pulled-out electron is accelerated in the direction of the anode 4 with the voltage impressed between the long shape cathode 12 and the anode 4 by the power supply 8 for acceleration. The accelerated electron serves as the electron beam 3, passes along the beam extraction window 10 set as an anode and same electric potential, and it is irradiated with it by the irradiation object 9.

[0028]As mentioned above, when it is difficult for one substrate which has an area comparable as the straight side-like cathode 12 to arrange a carbon nanotube according to the electron beam generator 31 concerning the embodiment of the invention 3, the long shape cathode 12 can be constituted by putting two or more substrates in order.

[0029]As a result, can acquire uniform electron beam current spatially, and. Since it is not necessary to use the cathode power source for filament heating, the beam current of the electron beam 3 is controllable by it not only being able to lowering apparatus cost, but adjusting further the field intensity produced at the tip of the carbon nanotube 12f.

[0030]Embodiment 4. drawing 5 is a lineblock diagram showing roughly the electron beam generator concerning the embodiment of the invention 4. The electron beam generator 41 concerning this Embodiment 4 comprises the long shape cathode 12, the grid 13a, the grid 13b, the anode 4, the beam extraction window 10, the power supply 8

for acceleration, power supply 13Aa for grids, and power supply 13Ab for grids.

[0031] Said long shape cathode 12 is constituted by installing the substrate 12i and the substrate 12j in 12 h of substrate holders, and it is arranged at each of the substrate 12i and the substrate 12j so that the carbon nanotube 12f may become vertical to the substrate 12i and the substrate 12j in the longitudinal direction. When it is difficult for one substrate which has an area comparable as the straight side-like cathode 12 to arrange a carbon nanotube, the long shape cathode 12 is constituted by putting two or more substrates in order in this way.

[0032] In the electron beam generator 41 of such composition, if potential is applied between the grid 13a and the grid 13b, and the long shape cathode 12 by power supply 13Aa for grids, and power supply 13Ab for grids, a high electric field will concentrate at the tip of the carbon nanotube 12f, and an electron will be pulled out.

[0033] The pulled-out electron is accelerated in the direction of the anode 4 with the voltage impressed between the long shape cathode 12 and the anode 4 by the power supply 8 for acceleration. The accelerated electron serves as the electron beam 3, passes along the beam extraction window 10 set as an anode and same electric potential, and it is irradiated with it by the irradiation object 9.

[0034] As mentioned above, when it is difficult for one substrate which has an area comparable as the straight side-like cathode 12 to arrange a carbon nanotube according to the electron beam generator 41 concerning the embodiment of the invention 4, the long shape cathode 12 can be constituted by putting two or more substrates in order. As a result, can acquire uniform electron beam current spatially, and. Since it is not necessary to use the cathode power source for filament heating, the beam current of the electron beam 3 is controllable by it not only being able to lowering apparatus cost, but adjusting further the field intensity produced at the tip of the carbon nanotube 12f.

[0035] In the electron beam generator 41 concerning the embodiment of the invention 4. By the difference in the electron emission characteristic of the substrate 12i and the substrate 12j with which the carbon nanotube 12f has been arranged. When the current amounts of the electron emitted differ, it can irradiate with the electron beam 3 which has uniform current spatially to the irradiation object 9 by setting up separately the voltage impressed to the grid which counters each substrate. Although the substrate was divided into two sheets in drawing 5, it may divide into the plurality of three or more sheets, and a grid and the power supply for grids may be installed for every substrate.

[0036] In the electron beam generators 11 thru/or 41 concerning the embodiments of

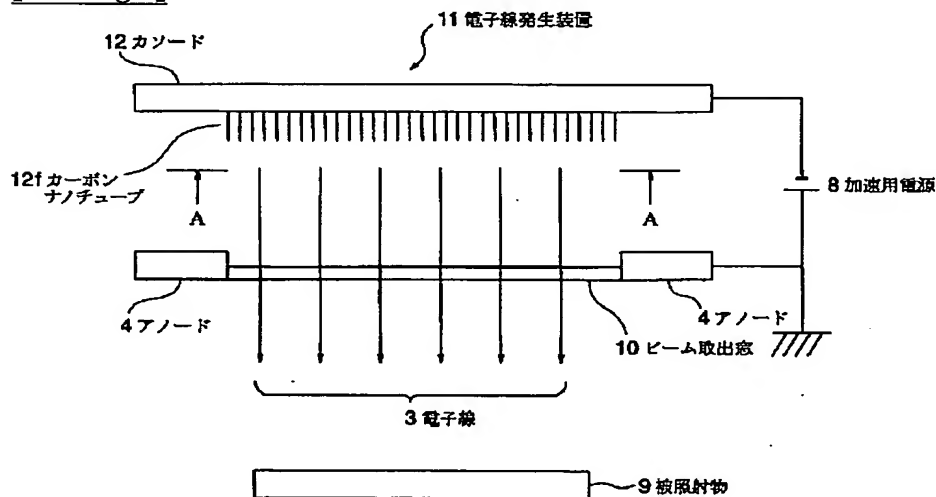
the invention 1 thru/or 4 described above, although explained taking the case of the carbon nanotube 12f as a field emission material, The spatial uniformity of beam current can be raised, and as long as it is the composition which does not need the cathode power source for filament energization, other field emission materials may be used.

[0037]

[Effect of the Invention]The cathode of long shape for the electron beam generator of this invention to perform electron beam irradiation of a large area, In the electron beam generator provided with the power supply for acceleration for accelerating a thermal electron in the direction which faces to said anode from the anode provided so that it might counter with said cathode, and said cathode, Since the field emission material for generating a thermal electron was uniformly allocated in the electron emission plane of said long shape cathode, even if it does not use the cathode power source for filament energization, beam current can be acquired, and it can do [providing ***** of beam current which carried out spatial uniformity improvement, or].

DRAWINGS

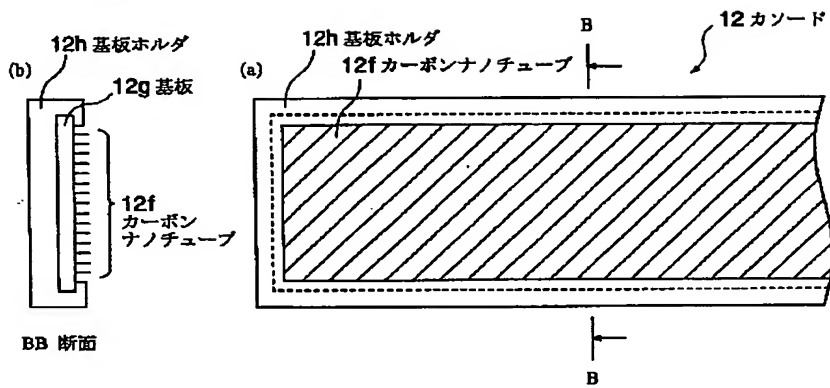
[Drawing 1]



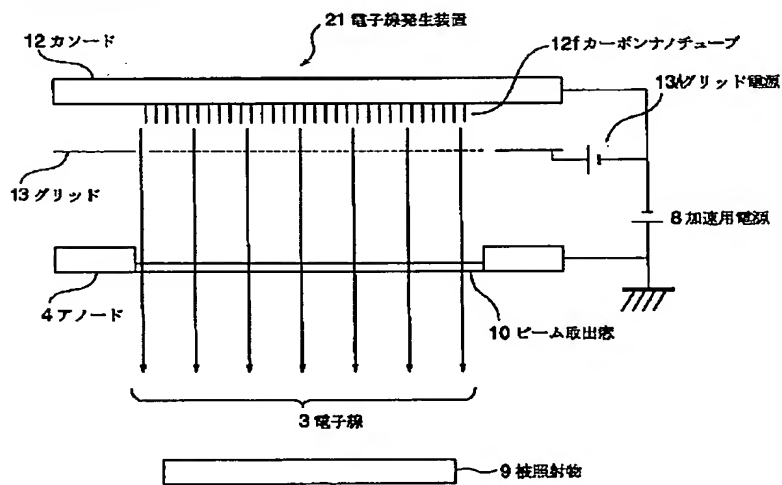
[Drawing 9]



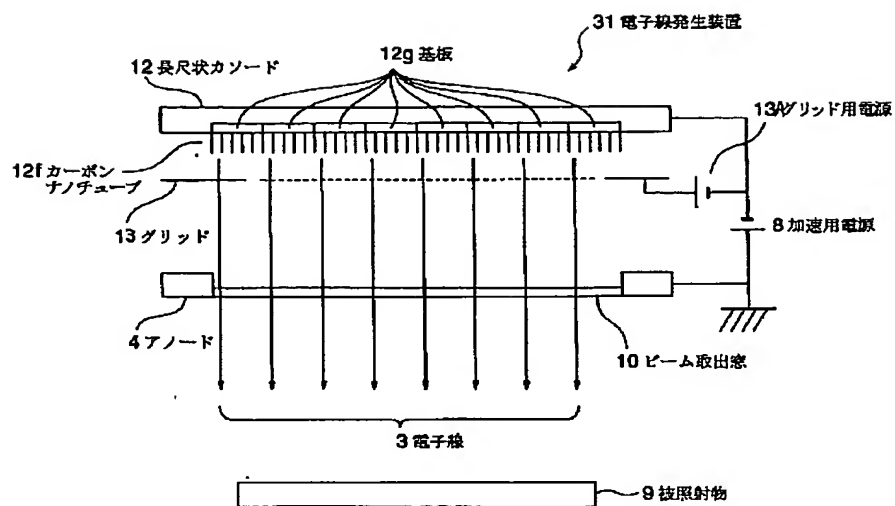
[Drawing 2]



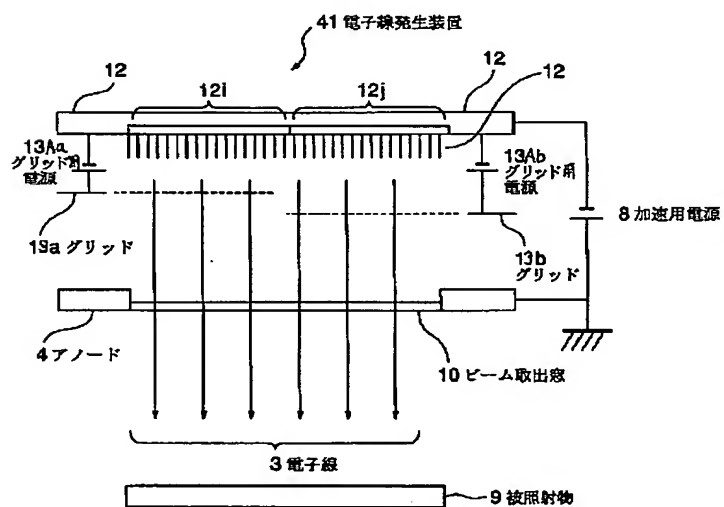
[Drawing 3]



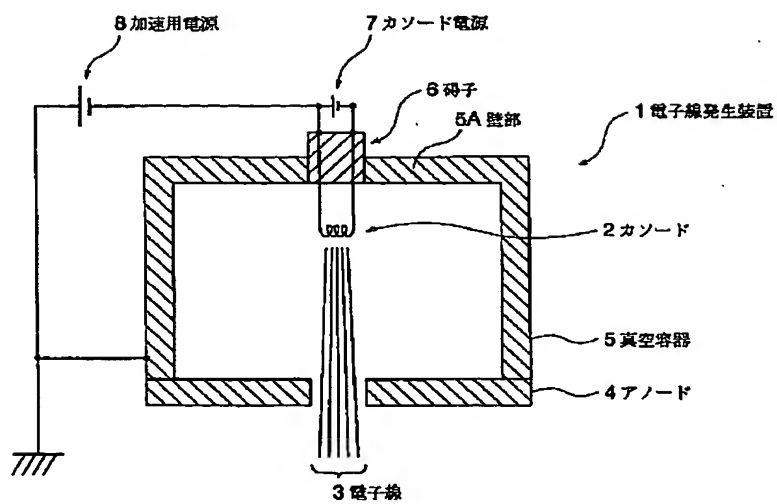
[Drawing 4]



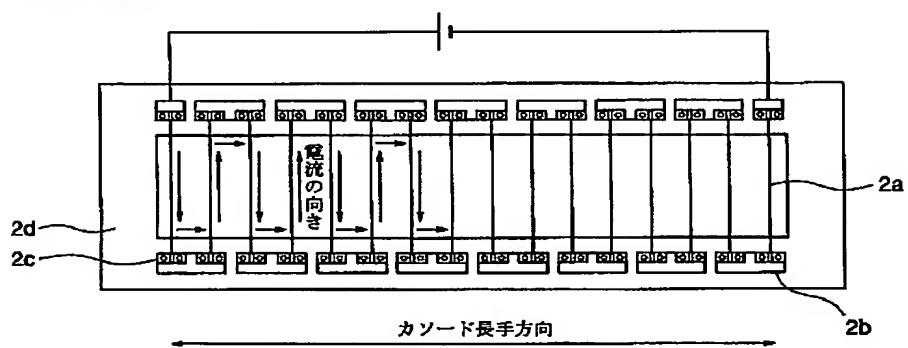
[Drawing 5]



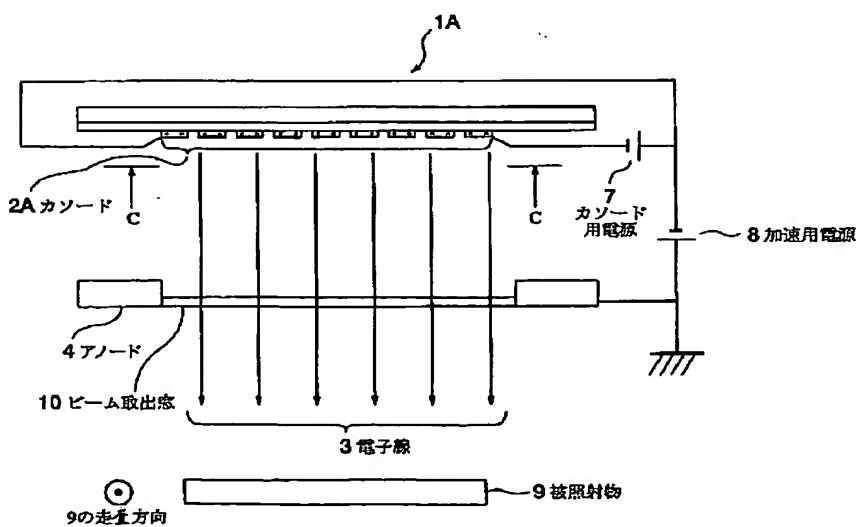
[Drawing 6]



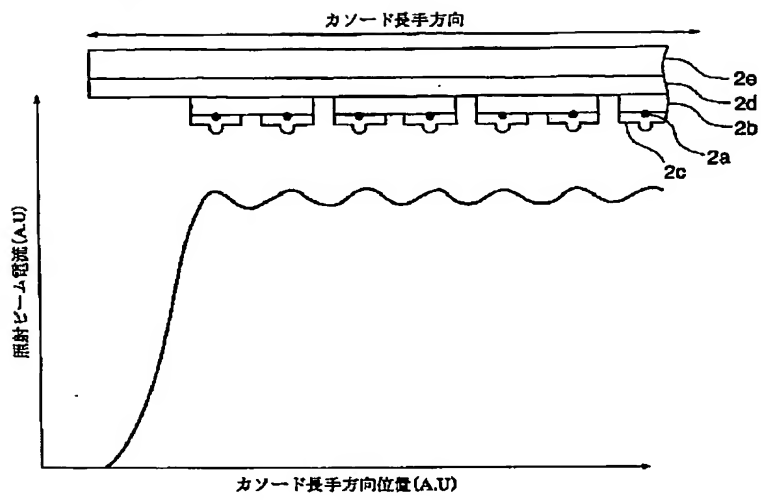
[Drawing 8]



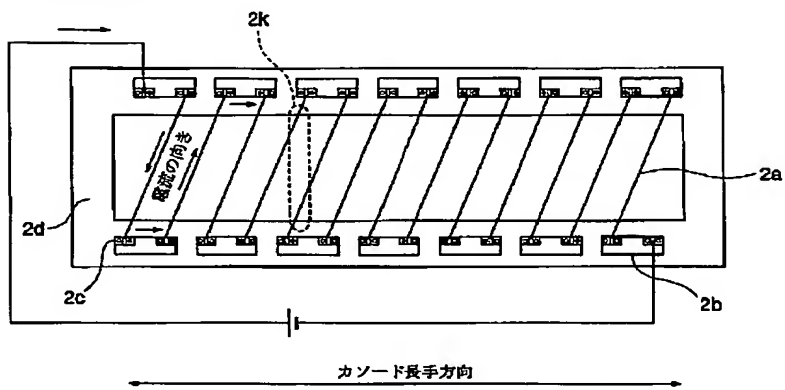
[Drawing 7]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-318300

(P2002-318300A)

(43) 公開日 平成14年10月31日 (2002. 10. 31)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

G 2 1 K 5/04

G 2 1 K 5/04

F 4 G 0 7 5

B 0 1 J 19/08

B 0 1 J 19/08

C 5 C 0 3 0

H 0 1 J 37/06

H 0 1 J 37/06

Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-123177(P2001-123177)

(22) 出願日 平成13年4月20日 (2001. 4. 20)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 大野 幸彦

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1

号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72) 発明者 浦野 晋

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号

三菱重工業株式会社広島研究所内

(74) 代理人 100057874

弁理士 曾我 道照 (外6名)

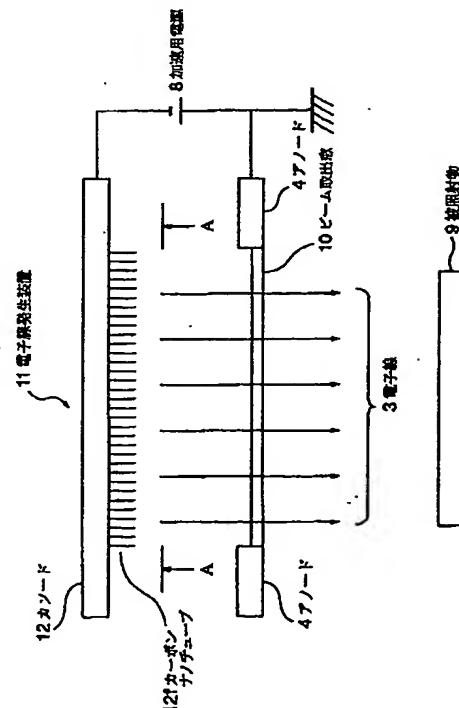
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子線発生装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、フィラメント通電用カソード電源を用いなくともビーム電流を得ることができ、また、ビーム電流の空間的均一性を向上させた電子線発生装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明による電子線発生装置は、大面積の電子線照射を行うための長尺状のカソードと、前記カソードと対向するように設けられたアノードと、前記カソードから前記アノードに向かう方向に熱電子を加速させるための加速用電源とを備える電子線発生装置において、熱電子を発生させるための電界放出材料を前記長尺状カソードの電子放出面に一様に配設した構成である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 大面積の電子線照射を行うための長尺状のカソードと、前記カソードと対向するように設けられたアノードと、前記カソードから前記アノードに向かう方向に熱電子を加速させるための加速用電源とを備える電子線発生装置において、熱電子を発生させるための電界放出材料を前記長尺状カソードの電子放出面に一様に配設したことを特徴とする電子線発生装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子線発生装置に関し、特に、ビーム電流の空間的均一性の向上及びフィラメント通電用カソード電源を不必要とするための新規な改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図 6 は、従来の電子線発生装置の構成を概略的に示す断面図である。図 7 は、従来の他の形態による電子線発生装置の構成を概略的に示す構成図である。図 6 において、従来の電子線発生装置 1 は、熱電子を放出するカソード 2 と、電子線 3 をカソード 2 から引き出すためにカソード 2 に対して相対的に正の電位が印加されるアノード 4 と、接地電位に設定され、かつ内部が図示しない真空排気装置により真空排気されている真空容器 5 とから構成されている。

【0003】 図 6 に示すように、前記カソード 2 は、真空容器 5 の内部に配置されており、真空容器 5 の壁部 5 A に貫通配置された碍子 6 を介してカソード電源 7 がカソード 2 に接続されると共に、前記碍子 6 を介してカソード 2 とアノード 4 との間に加速用電源 8 が接続されている。なお、アノード 4 は真空容器 5 と共に接地電位となされている。

【0004】 このような構成の電子線発生装置 1 にあっては、カソード電源 7 によりカソード 2 を通電加熱することによって、カソード 2 から熱電子が放出される。そして、既述のようにカソード 2 とアノード 4 との間に接続された加速用電源 8 により、これら両電極 2、4 間に電位勾配が生じるため、負に帯電している熱電子が引き出し力を受けて真空容器 5 内の真空雰囲気中で電子線 3 となる。

【0005】 このように真空雰囲気中で発生された電子線 3 は、図示しないビーム取出窓を通して大気中に出され、滅菌や殺菌あるいは電子ビーム照射による材料の硬化等を行うべく、図示しない大気中の被照射物に照射される。なお、従来では、電子放出源であるカソード 2 の材質としてタングステン、六ホウ化ランタン材、バリウム含浸材等が使用されている。

【0006】 また、被照射物が当該被照射物への電子線 3 の照射面積より大きい場合には、次のような電子線照射方法を施行するのが有効的である。それは、図 7 に示すように、電子線発生装置 1 A の電子放出部であるカソ

ード 2 を長尺状とし、カソード 2 の電子放出面に平行で、かつ長尺状のカソード 2 の長手方向（図 7 中における左右方向）と直交する方向（図 7 において紙面を貫く方向）に、被照射物 9 を走査させながら電子線 3 を照射する方法である。この際、長尺状のカソード 2 の長手方向長さは、同方向における被照射物 9 の長さと同様以上とする必要がある。

【0007】 図 8 及び図 9 は、従来の電子線発生装置における長尺状のカソードを概略的に示す構成図である。

10 図 8、図 9 において、複数本のフィラメント 2 a を等間隔に配置し、その各端部はフィラメント 2 a が直列に接続されるようにフィラメントホルダ 2 b と押え具 2 c を用いて挟持固定されている。各フィラメントホルダ 2 b は、絶縁板 2 d を介して取り付け板 2 e に取り付けられる。このフィラメント 2 a、フィラメントホルダ 2 b、押え具 2 c、絶縁板 2 d 及び取り付け板 2 e とからなる長尺状のカソード 2 は、各フィラメント 2 a を含む面がアノード 4 に対向するように配置される。

【0008】 このような従来の電子線発生装置 1 A において、長尺状のカソード 2 のフィラメント 2 a をカソード電源 7 により通電加熱することにより、フィラメント 2 a から熱電子を放出させる。この熱電子は長尺状のカソード 2 とアノード 4 の間に印加された電圧により、アノード 4 の方向へ加速される。前記電圧により加速された電子線 3 は、アノード 4 と同電位に設定されたビーム取出窓 10（図 7 参照）を通して大気中に出され、被照射物 9 に照射される。

【0009】 しかし、図 8、図 9 に示す構成からなる長尺状のカソード 2 では、図 2 に示すように被照射物 9 に照射される電子線 3 のビーム電流は長尺状のカソード 2 における長手方向（図 7、図 8、図 9 中における左右方向）において不均一となる。これは、フィラメント 2 a の直下において照射ビーム電流が大きくなり、フィラメントが張られていない場所においては少なくなるためである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 従来の装置は以上のように構成されていたため、次のような課題が存在していた。すなわち、被照射物 9 に対して照射ビーム電流の空間的な均一性が要求される場合には、従来の電子線発生装置 1 A では対応仕切れなかった。大面積の電子照射を行うための長手状のカソード 2 は、図 8 に示すように等間隔に配置された複数のフィラメント 2 a からなるため、図 10 に示すように被照射物 9 に照射される電子線 3 のビーム電流の空間的均一性を得ることが難しかった。このため、被照射物に対して空間的に均一な照射ビーム電流が必要とされる電子線照射の用途に、従来の電子線発生装置は対応できないという課題があった。

【0011】 また、図 11 に示すようにフィラメント 2 a を斜めに張ったり、あるいは、図示しないがカソード

長手方向に対して直交する方向（図 7、図 8、図 9 中における左右方向）に張ることにより、被照射物 9 の走行方向（図 7、図 8、図 9 中において紙面を貫通する方向）に対してフィラメント 2 a が張られていない場所をなくす措置も行われていた。

【0012】このような措置を行った場合は、照射ビーム電流の空間的な均一性という観点では図 6 ないし図 2 に示す電子線発生装置に比して改善が見られたが、従来の長手状のカソード 2 はフィラメント加熱による熱電子放出方式であるため、依然として長尺状のカソード 2 からの電子放出には、フィラメント 2 a の通電加熱用のカソード電源 7 が不可欠であり、このことが装置コストを上げる要因となっていた。

【0013】本発明は、以上のような課題を解決するためになされたもので、特に、ビーム電流の空間的均一性の向上及びフィラメント通電用カソード電源を不必要とする電子線発生装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の電子線発生装置は、大面積の電子線照射を行うための長尺状のカソードと、前記カソードと対向するように設けられたアノードと、前記カソードから前記アノードに向かう方向に熱電子を加速させるための加速用電源とを備える電子線発生装置において、熱電子を発生させるための電界放出材料を前記長尺状カソードの電子放出面に一様に配設した構成である。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面と共に本発明による電子線発生装置の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、従来装置と同一または同等部分には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0016】実施の形態 1. 図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る電子線発生装置を概略的に示す構成図である。図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る電子線発生装置の A A 矢視図と、その B B 断面を示す断面図である。本発明の実施の形態 1 に係る電子線発生装置 11 は、長尺状カソード 12、アノード 4、ビーム取出窓 10 及び加速用電源 8 から構成される。

【0017】また、図 2 に示すように、長尺状カソード 12 は、カーボンナノチューブ 12 f、基板 12 g、基板ホルダ 12 h から構成されており、前記カーボンナノチューブ 12 f は、その長手方向が基板 12 g の表面に垂直になるように（カーボンナノチューブ 12 f が直立するように）配置されている。

【0018】このような電子線発生装置 11 において、加速用電源 8 によりアノード 4 と長尺状カソード 12 の間に電圧を印加すると、カーボンナノチューブ 12 f の先端に高電界が集中し、カーボンナノチューブ 12 f の先端から電子が引き出される。引き出された電子は、加速用電源 8 により長尺状カソード 12 とアノード 4 の間

に印加された電圧によってアノード 4 の方向に加速される。

【0019】加速された電子は電子線 3 となり、アノード 4 と同電位に設定されたビーム取出窓 10 を通って、被照射物 9 に照射される。電子放出材料であるカーボンナノチューブ 12 f は、長尺状カソード 12 の電子放出部分に一様に配置されているため、空間的に均一なビーム電流を持つ電子線 3 を被照射物 9 に照射することができる。

【0020】また、図 2 に示すように、本発明の実施の形態 1 に係る電子線発生装置 11 によれば、長手状カソード 12 の電子放出面全面に電界放出材料（例えばカーボンナノチューブ）を配置することにより、空間的に均一な電子線ビーム電流を得ることができる。また、前記長手状カソード 12 は、電界放出方式であるため、これまでの熱電子放出方式の電子発生装置に必要であったフィラメント加熱用カソード電源 7 が不必要であり、装置コストを下げることができる。

【0021】実施の形態 2. 図 3 は、本発明の実施の形態 2 に係る電子線発生装置を概略的に示す構成図である。本発明の実施の形態 2 に係る電子線発生装置 21 は、長尺状カソード 12、グリッド 13、アノード 4、ビーム取出窓 10、加速用電源 8 及びグリッド用電源 13 A から構成される。長尺状カソード 12 は実施の形態 1 の場合と同様に構成される。

【0022】このような本発明の実施の形態 2 に係る電子線発生装置において、グリッド用電源 13 A によりグリッド 13 と長尺状カソード 12 の間に電圧をかけると、カーボンナノチューブ 12 f の先端に高電界が集中し、カーボンナノチューブ 12 f の先端から電子が引き出される。

【0023】引き出された電子は、加速用電源 8 により長尺状カソード 12 とアノード 4 の間に印加された電圧によってアノード 4 の方向に加速される。加速された電子は電子線 3 となり、アノードと同電位に設定されたビーム取出窓 10 を通って、被照射物 9 に照射される。

【0024】このように本発明の実施の形態 2 に係る電子線発生装置 21 では、グリッド 13 を設置することにより、空間的に均一な電子線ビーム電流を得ることができると共に、フィラメント加熱用カソード電源を用いる必要がないため装置コストを下げることができるのみならず、さらに、カーボンナノチューブ 12 f の先端に生じる電界強度を調整することにより、電子線 3 のビーム電流量を制御することができる。

【0025】実施の形態 3. 図 4 は、本発明の実施の形態 3 に係る電子線発生装置を概略的に示す構成図である。本発明の実施の形態 3 に係る電子線発生装置 31 は、長尺状カソード 12、グリッド 13、アノード 4、ビーム取出窓 10、加速用電源 8 及びグリッド用電源 13 A から構成される。長尺状カソード 12 は、基板ホル

ダ 12 h に複数の基板 12 g を設置することによって構成されており、基板 12 g のそれぞれにはカーボンナノチューブ 12 f が、その長手方向が基板 12 g に垂直になるように配置されている。長手状カソード 12 と同程度の面積を有する一枚の基板にカーボンナノチューブを配置することが困難である場合には、このように複数の基板を並べることにより長尺状カソード 12 を構成することができる。

【0026】このような構成の電子線発生装置 31 において、グリッド用電源 13 A によりグリッド 13 と長尺状カソード 12 の間に電圧を印加すると、カーボンナノチューブ 12 f の先端に高電界が集中し、カーボンナノチューブ 12 f の先端から電子が引き出される。

【0027】引き出された電子は、加速用電源 8 により長尺状カソード 12 とアノード 4 の間に印加された電圧によってアノード 4 の方向に加速される。加速された電子は電子線 3 となり、アノードと同電位に設定されたビーム取出窓 10 を通って、被照射物 9 に照射される。

【0028】以上、本発明の実施の形態 3 に係る電子線発生装置 31 によれば、長手状カソード 12 と同程度の面積を有する一枚の基板にカーボンナノチューブを配置することが困難である場合においても、複数の基板を並べることにより長尺状カソード 12 を構成することができる。

【0029】この結果、空間的に均一な電子線ビーム電流を得ることができると共に、フィラメント加熱用カソード電源を用いる必要がないため装置コストを下げることもできるのみならず、さらに、カーボンナノチューブ 12 f の先端に生じる電界強度を調整することにより、電子線 3 のビーム電流量を制御することができる。

【0030】実施の形態 4. 図 5 は、本発明の実施の形態 4 に係る電子線発生装置を概略的に示す構成図である。この実施の形態 4 に係る電子線発生装置 41 は、長尺状カソード 12、グリッド 13 a、グリッド 13 b、アノード 4、ビーム取出窓 10、加速用電源 8、グリッド用電源 13 A a 及びグリッド用電源 13 A b から構成される。

【0031】前記長尺状カソード 12 は、基板ホルダ 12 h に基板 12 i、基板 12 j を設置することにより構成されており、基板 12 i、基板 12 j のそれぞれにはカーボンナノチューブ 12 f が、その長手方向が基板 12 i 及び基板 12 j に垂直になるように配置されている。長手状カソード 12 と同程度の面積を有する一枚の基板にカーボンナノチューブを配置することが困難である場合には、このように複数の基板を並べることにより長尺状カソード 12 を構成する。

【0032】このような構成の電子線発生装置 41 において、グリッド用電源 13 A a 及びグリッド用電源 13 A b によりグリッド 13 a 及びグリッド 13 b と長尺状カソード 12 の間に電位をかけると、カーボンナノチュ

ーブ 12 f の先端に高電界が集中し、電子が引き出される。

【0033】引き出された電子は、加速用電源 8 により長尺状カソード 12 とアノード 4 の間に印加された電圧によってアノード 4 の方向に加速される。加速された電子は電子線 3 となり、アノードと同電位に設定されたビーム取出窓 10 を通って、被照射物 9 に照射される。

【0034】以上、本発明の実施の形態 4 に係る電子線発生装置 41 によれば、長手状カソード 12 と同程度の面積を有する一枚の基板にカーボンナノチューブを配置することが困難である場合においても、複数の基板を並べることにより長尺状カソード 12 を構成することができる。この結果、空間的に均一な電子線ビーム電流を得ることができると共に、フィラメント加熱用カソード電源を用いる必要がないため装置コストを下げることもできるのみならず、さらに、カーボンナノチューブ 12 f の先端に生じる電界強度を調整することにより、電子線 3 のビーム電流量を制御することができる。

【0035】本発明の実施の形態 4 に係る電子線発生装置 41 では、カーボンナノチューブ 12 f が配置された基板 12 i と基板 12 j の電子放出特性の違いにより、放出される電子の電流量が異なる場合においても、それぞれの基板に対向するグリッドに印加する電圧を別個に設定することにより、被照射物 9 に対し空間的に均一な電流を持つ電子線 3 を照射することができる。また図 5 においては基板を二枚に分割したが、三枚以上の複数に分割し、基板毎にグリッドとグリッド用電源を設置しても良い。

【0036】なお、以上で説明した本発明の実施の形態 1 ないし 4 に係る電子線発生装置 11 ないし 41 においては、電界放出材料としてカーボンナノチューブ 12 f を例にとりて説明したが、ビーム電流の空間的均一性を向上させることができ、かつ、フィラメント通電用カソード電源が不要な構成であれば、他の電界放出材料を用いても良い。

【0037】

【発明の効果】本発明の電子線発生装置は、大面積の電子線照射を行うための長尺状のカソードと、前記カソードと対向するように設けられたアノードと、前記カソードから前記アノードに向かう方向に熱電子を加速させるための加速用電源とを備える電子線発生装置において、熱電子を発生させるための電界放出材料を前記長尺状カソードの電子放出面に一様に配設したので、フィラメント通電用カソード電源を用いなくてもビーム電流を得ることができると共に、ビーム電流の空間的均一性向上させた電子線発生装置を提供することかできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る電子線発生装置を概略的に示す構成図である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 に係る電子線発生装置の

AA矢視図と、そのBB断面を示す断面図である。

【図3】本発明の実施の形態2に係る電子線発生装置を概略的に示す構成図である。

【図4】本発明の実施の形態3に係る電子線発生装置を概略的に示す構成図である。

【図5】本発明の実施の形態4に係る電子線発生装置を概略的に示す構成図である。

【図6】従来の電子線発生装置の構成を概略的に示す断面図である。

【図7】従来の他の形態による電子線発生装置の構成を概略的に示す構成図である。

【図8】従来の電子線発生装置における長尺状のカソードを概略的に示す構成図である。

【図9】従来の電子線発生装置における長尺状のカソードを概略的に示す構成図である。

【図10】従来の電子線発生装置の長手状のカソードによる照射電子線ビーム電流の分布特性を示す特性図である。

【図11】従来の長手状カソードにおけるフィラメントの配置構造（斜め渡し配置）を概略的に示す側面図である。

【符号の説明】

1 電子線発生装置

1A 電子線発生装置

* 2 カソード

2a フィラメント

2b フィラメントホルダ

2c 押え具

2d 絶縁板

2e 取り付け板

3 電子線

4 アノード

5 真空容器

6 碍子

7 カソード電源

8 加速用電源

9 照射物

10 ビーム取出窓

11 電子線発生装置

12 長尺状カソード

12f カーボンナノチューブ

12g、12i、12j 基板

12h 基板ホルダ

13、13a、13b グリッド

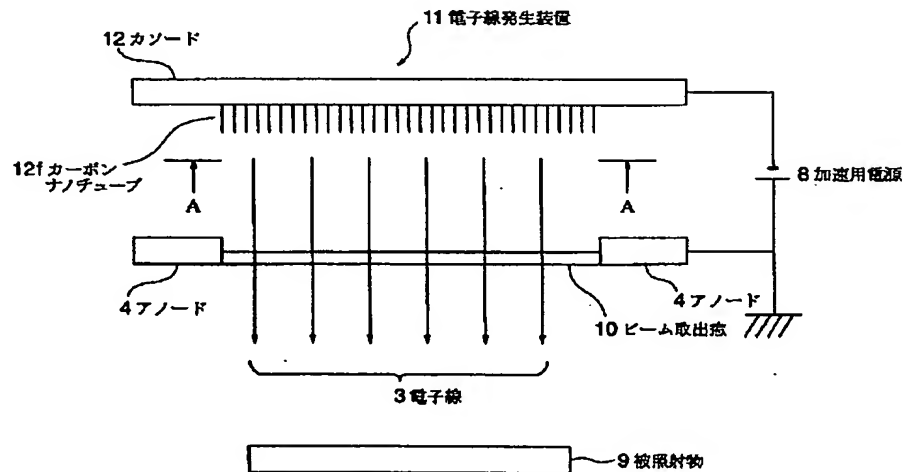
13A、13Aa、13Ab グリッド用電源

21 電子線発生装置

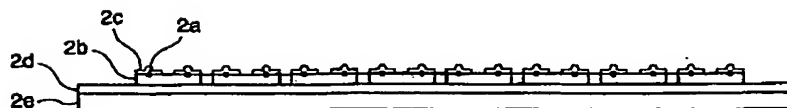
31 電子線発生装置

* 41 電子線発生装置

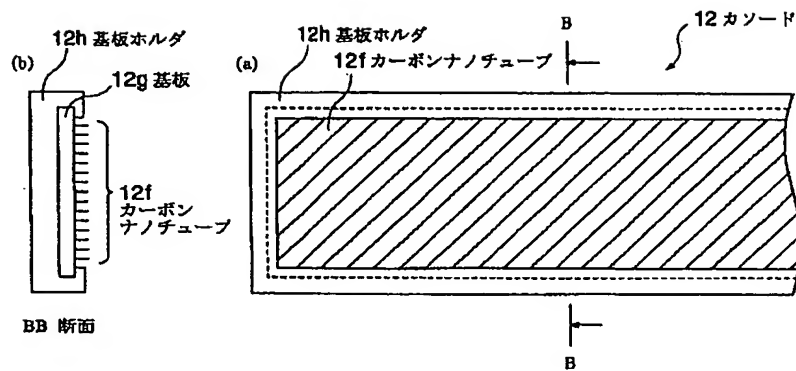
【図1】



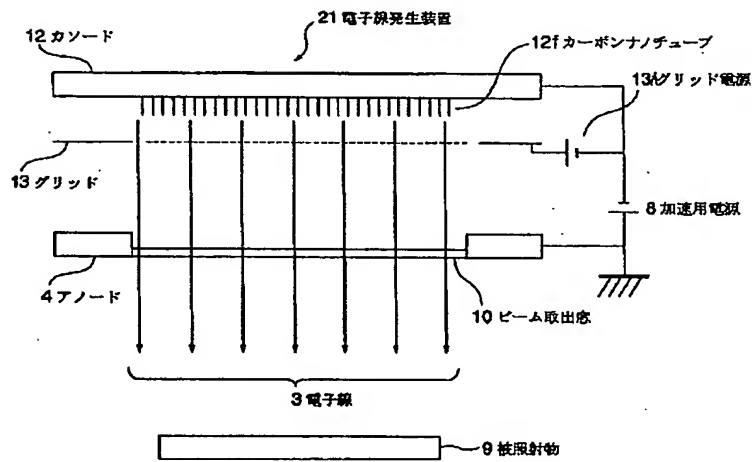
【図9】



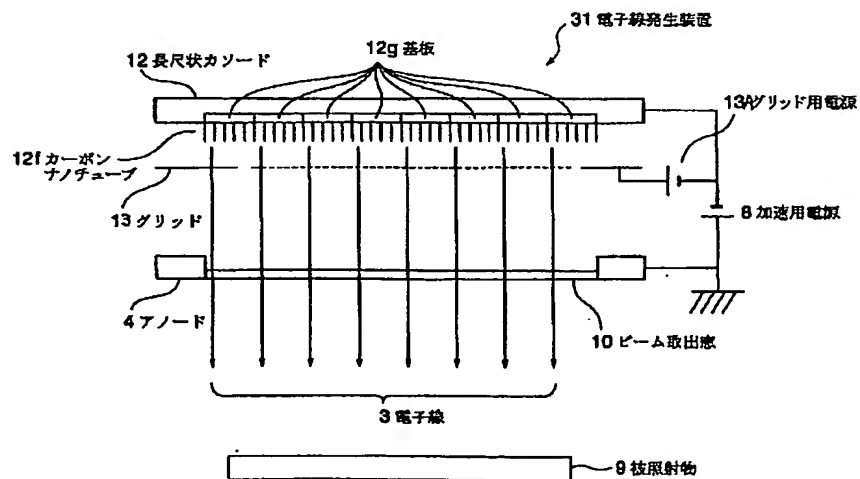
【図2】



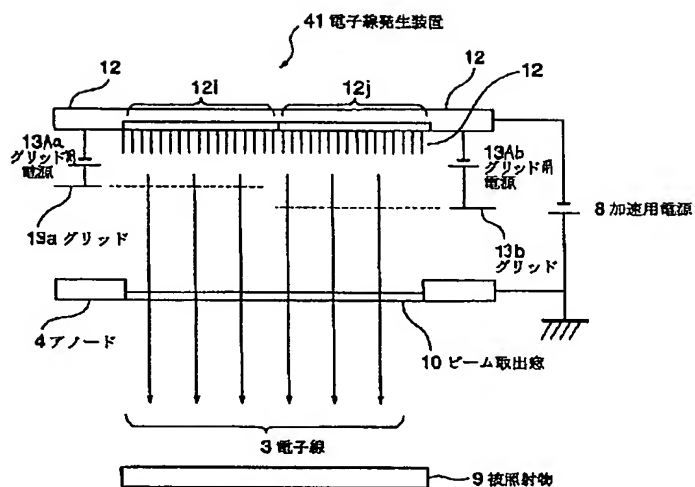
【図3】



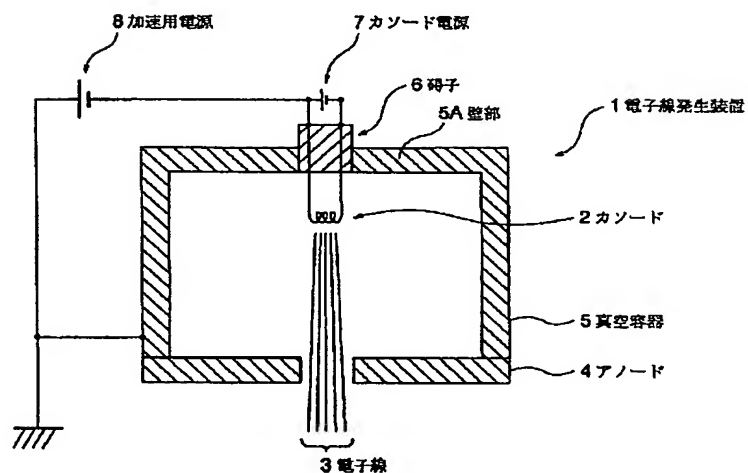
【図4】



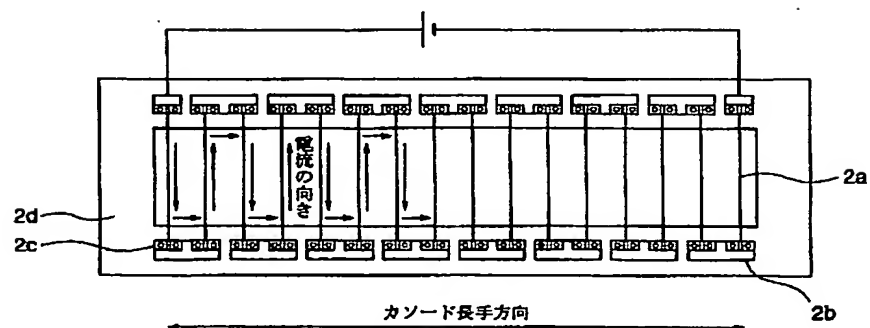
【図 5】



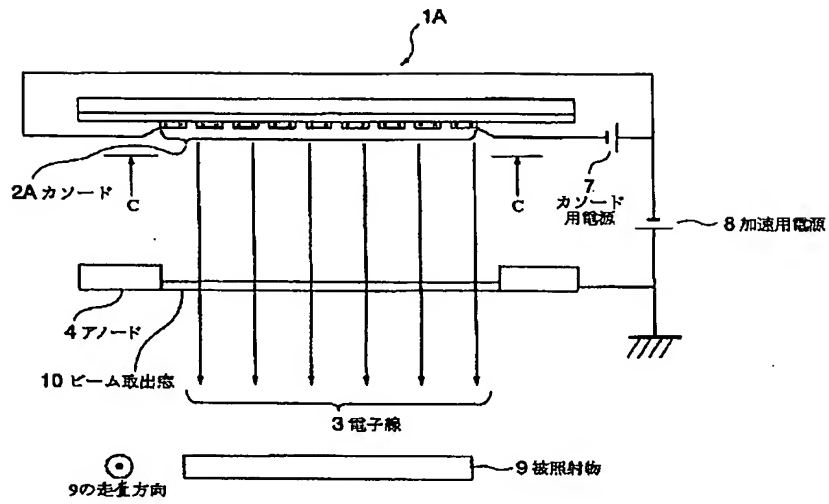
【図 6】



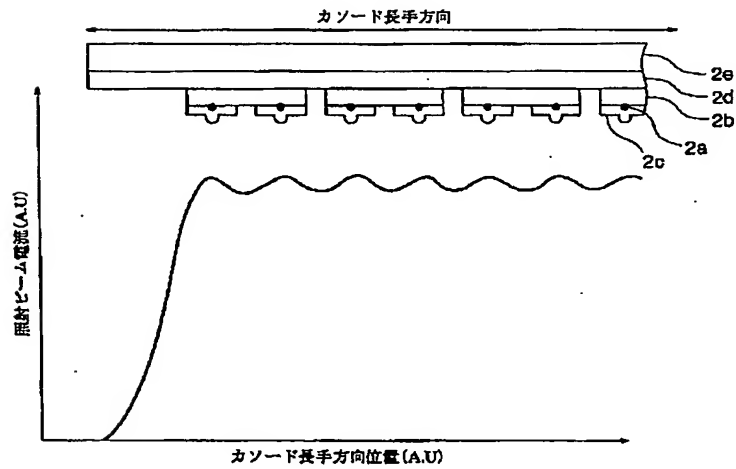
【図 8】



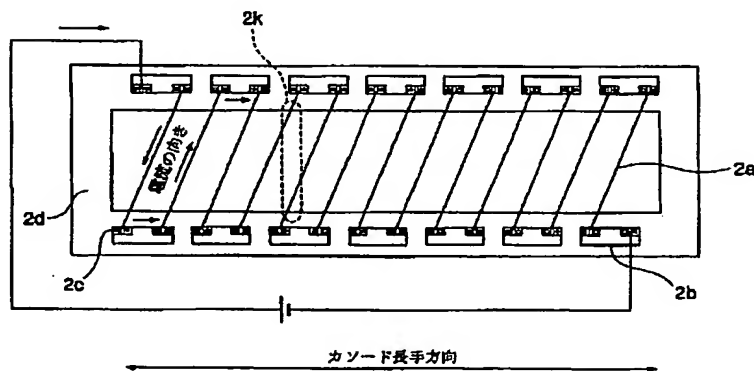
【図7】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 青木 辰史

広島県広島市西区観音新町四丁目 6 番22号

三菱重工業株式会社広島研究所内

F ターム(参考) 4G075 AA30 AA37 AA42 CA39 DA02

EC21 FA02 FB03 FC11

5C030 BB03 BB17